Aus dem Hygienischen Institut der Universität Bonn
Direktor: Professor Dr. Selter

Das kulturelle Verhalten der Kaltblütercolibazillen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Vorgelegt am 30. Mai 1938

von

Hanna Fahle
aus Rüthen i. W.

1938
Buchdruckerei J. F. Carthaus, Bonn

Gedruckt mit Genehmigung der mediz. Fakultät
der Universität Bonn

Referent: Prof. Dr. Selter
Korreferent: Prof. Dr. Schulemann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Das Trinkwasser kann eine Infektionsquelle für Darmkrankheiten wie Cholera, Typhus usw. sein, wenn das Wasser durch menschliche Exkremente verunreinigt wird. Eine Reihe von Epidemien haben den Beweis dafür erbracht. Um eine derartige Infektionsmöglichkeit von vornherein auszuschalten, ist jede fäkale Verunreinigung des Trinkwassers zu beanstanden, abgesehen von den ästhetischen Bedenken, die gegen einen derartigen Befund zu erheben sind. Als Indikator für eine Verunreinigung mit menschlichen oder tierischen Abgängen wird heute allgemein der Colibazillennachweis angesehen, zumal Colibazillen eine längere Lebensdauer im Wasser haben als die pathogenen Darmbakterien (Kapeller 1929). Daher ist, unter Berücksichtigung der quantitativen Verhältnisse, der Colibazillennachweis ein Hauptfaktor für die hygienische Begutachtung der gesundheitlichen Eignung eines Wassers als Trinkwasser.

Um überhaupt eine derartige Methodik als berechtigt anzuerkennen, ist es notwendig, einige wesentliche Punkte klarzustellen, vor allem die Fragen, ob die Colibazillen als eine konstante Bakterienart in der Bakteriologie aufzufassen sind und ob sie unter normalen Verhältnissen nur im Darm von Menschen und Tieren vorkommen. Insbesondere aber interessiert die Feststellung, ob die von Kaltblütern stammenden Colibazillen von den Warmblütercoli abzugrenzen sind, da die niedrigen Tiere als Träger pathogener Keime nicht in Frage kommen.

Escherich, der 1896 das Bakterium coli entdeckte, beschrieb es als gramnegatives, plumpes, wenig bewegliches Stäbchen, das Gelatine nicht verflüssigt, in der Tiefe der Gelatine bräunliche, an der Oberfläche weinblattartige, bläulich-weiße Kolonien, auf Kartoffeln einen saftigen, gelblichen, nach einigen Tagen sich leicht bräunenden Rasen bildet. Es bringt Milch nach 1 bis 2 Tage dauernder Bebrütung zur Gerinnung. Im Peptonwasser bildet es Indol. Milchzucker wird unter Säuerung und Gasbildung zerlegt. — Dieser Begriff des Bakterium coli brachte schon bald Verwirrung bei den Untersuchern hervor, da man bei Menschen und Tieren im Darm Bakterien entdeckte, die dem Bakt. Esch. weitgehend glichen und nur in einigen Beziehungen davon abwichen. Pfaundler (1903) machte deshalb den Vorschlag, die Bak-

terien mit den von Escherich angegebenen Eigenschaften als „typisches bact. coli“ zu bezeichnen. Dadurch konnte aber nichts gewonnen werden, denn diese Eigenschaften reichten nicht aus, Colibazillen von den entfernt oder gar nicht verwandten Bakterienarten zu unterscheiden. In der Folgezeit nahm deshalb jeder Untersucher seinen eigenen Standpunkt in der Frage ein, welche Bakterien der Coligruppe zugerechnet werden sollten oder nicht. Da auch coliähnliche Bakterien in der freien Natur nachgewiesen wurden, geriet der Nachweis von Coli als Indikator für eine fäkale Verunreinigung in Mißkredit.

Die Tatsache, daß die Bakterien der Coligruppe Gelatine nicht verflüssigen, unterscheidet sie von Proteus- und Kloakenbakterien, die auch reichlich im Darm vorkommen. Von einigen Autoren (Singer 1929, Levine und Johnson 1917) wird gefordert, daß man sie bei der Beurteilung des Wassers ebenfalls als Zeichen einer fäkalen Verunreinigung ansehen soll. Dieses wird jedoch von anderen abgelehnt, da diese Bakterien weit in der Natur verbreitet und nicht typisch für den Warmblüterdarm sind. Das Wachstum der Bazillen auf Gelatine ohne Verflüssigung ist nach Pfaundler neben der Stäbchenform und der Entfärbung nach Gram die wichtigste, obligate, beständige Eigenschaft, im Gegensatz zur Indolbildung, Milchgerinnung, Zuckervergärung und Beweglichkeit, die nur fakultative Eigenschaften sind, d. h., nicht mit Sicherheit bei allen Colibakterien vorkommen. Nißle (1929) fordert ausdrücklich, daß Colibakterien auch in alten Kulturen nie Gelatine verflüssigen dürfen. „Trotz der übrigen großen Ähnlichkeit mit Colibazillen können die Gelatine verflüssigenden Mikroben nicht als Spielarten des Bakterium coli angesehen werden.“

Abgesehen von den wenigen obligaten Merkmalen zeigen die Colibazillen in ihrem sonstigen kulturellen und fermentativen Verhalten eine große Variabilität (Sachse, Singer, Vagedes, Minkewitsch u. a.). Nach Singer (1929) muß vor einer Überschätzung der Stabilität gewarnt werden, da nach van Loghem die Variabilität der Colibazillen im Gegensatz zu den stabilen pathogenen Darmbakterien durch die, wegen der Saprophytennatur erforderliche größere Anpassungsfähigkeit eine Erklärung findet. So fand Grijns (1921), daß Colibazillen, die nicht die Fähigkeit hatten, bei 46° aus Glukose Gas zu bilden, dazu gebracht werden können, wenn sie längere Zeit in glukosehaltigen Nährböden bei 37° gezüchtet werden. Diese Fähigkeit, die sie im Darm wegen der ständigen Zufuhr von Kohlehydraten besitzen, soll bei längerem Verweilen im Wasser verloren gehen und durch Züchtung auf glukosehaltigen Nährböden wieder erlangt werden.

Bei der Untersuchung des Trinkwassers auf Coli wird in erster Linie die Fähigkeit dieser Bakterien, Zucker und mehrwertige Alkohole unter Säure- und Gasbildung zu zersetzen, zur Diagnostik verwandt, obwohl gerade in dieser Beziehung die einzelnen Colistämme sich recht verschieden verhalten können. Bei der Zuckerspaltung entsteht ein Gemisch von Essig-, Ameisen-, Propion-, Milchsäure und Alkohol, außerdem wird H_2 und CO_2 gebildet. Die Bakterien der Coligruppe, die angeblich Milchzucker nicht angreifen und daher auch auf Endoagar in weißen Kolonien wachsen, werden von vielen Autoren als „Paracoli" oder „coli imperfektum" bezeichnet. Staberow (1937) nennt sie „fermentschwache Coli", da sie immer, wenn auch erst nach einigen Tagen, die Laktosebarsiekowlösung ansäuern. Auch derartige fermentschwache Colibazillen kommen häufig im Warmblüterdarm vor. Bei der Wasseruntersuchung werden meist nur die Colibazillen berücksichtigt, die mit Fuchsinglanz auf der Endoplatte wachsen. Auch in den amerikanischen Standardmethoden 1925 (zit. nach Singer) wird gefordert, daß Laktose bei 37.° gespalten wird. Die fermentschwachen Colibazillen werden somit vom Nachweis ausgeschlossen.

Da bei der Wasseruntersuchung häufig Mikroben gefunden werden, die den Traubenzucker bei 37 ° vergären, ohne zur Coligruppe zu gehören, gab Eijkmann (1904) die Traubenzuckervergärung bei 46 ° zum Colinachweis im Wasser an, da durch diese Temperatur die Begleitbakterien getötet bzw. ihr Wachstum sehr gehemmt wird.

Über den Wert der Eijkmannschen Probe konnte sich bis in die jüngste Zeit eine einheitliche Anschauung nicht durchsetzen. Eijkmann beschreibt seine Methode als ein einfaches Mittel, Colibakterien, d. h. diejenigen, die kraft ihres Ursprungs aus dem Warmblüterdarm den Namen mit Recht tragen, von ihren Doppelgängern zu unterscheiden. Die Bebrütung bei 46 ° ist für die Colibazillen ein Anreicherungsverfahren, dabei wird das Wachstum der anderen Wasserbakterien gehemmt. Allerdings sind nach Eijkmann nicht alle Gasbildner bei 46 ° echte Colibakterien, denn Buttersäurebazillen besitzen auch diese Fähigkeit. Da diese Bakterien aber auch im Mist und Kompost vorkommen, wird der Wert der Probe dadurch nicht eingeschränkt. Nach Christian (1905) ist das Verfahren von Eijkmann für die Wasseruntersuchung recht einfach, es soll jedoch nicht ganz fehlerfrei sein, da die Vergärung von Glukose bei 46 ° kein absolutes Kriterium der Colibazillen ist. Andererseits kann die Probe von Eijkmann auch bei Vorhandensein von Colibazillen negativ ausfallen, wenn ihre Anzahl relativ gering ist, da durch diese Temperatur das Wachstum der Bakterien gehemmt wird (Neumann 1906).

Auch die aus den Fäces von Menschen und Warmblütern isolierten Colistämme gaben immer Glukosevergärung bei 46 °, während alle aus Kaltblütern gewonnenen diese Fähigkeit nicht hatten. Somit hat diese Probe den weiteren Vorzug, auch die Darmbakterien der Kaltblüter vom Nachweis auszuschließen.

Thomann (1907) untersuchte eine größere Anzahl von Coliarten aus dem Darm von Menschen, Pferden, Rindern, also Warmblütern einerseits, und aus dem Darm von Fröschen, also Kaltblütern andererseits. Aus dem Warmblüterdarm züchtete er immer Bakterien, die eine positive Eijkmannsche Probe gaben, und die sich durch die anschließende Untersuchung meist als Reinkultur von Colibakterien erwiesen. Züchtung bei 37 ° ergab zwar auch Gasbildung, die angelegten Kulturen zeigten jedoch viele andere Bakterienarten. Im Darminhalt der Frösche fand er nur Bakterien, die bei 37 °, nie bei 46 °, Gasbildung zeigten. Als Gärungserreger fand er „coliforme" Stäbchen, die, bis auf die Gärfähigkeit bei 46 °, im „wesentlichen" die Eigenschaften der echten Colibakterien hatten. Er nennt sie „Kaltblütercoli". Die „wesentlichen" Eigenschaften sind jedoch nicht näher beschrieben, sodaß man nicht weiß, was er darunter versteht. Seit dieser Zeit begegnet man dem Ausdruck „Kaltblütercoli" häufiger in der Literatur. Thomann infizierte weiterhin auch noch Wasser mit „Kalt-" bzw. „Warmblütercoli" und konnte dasselbe kulturelle Verhalten feststellen wie bei direkter Züchtung aus dem Darm. Nach ihm ist die Eijkmannsche Probe ein sehr wichtiges Mittel zur Differentialdiagnose zwischen dem Bakterium coli „stricte sensu", d. h. dem „Warmblütercoli" und dem Bakterium coli im weiteren Sinne des Wortes, nämlich „Kaltblütercoli". Auf die Bedeutung dieser Differentialdiagnose bei der Wasseruntersuchung auf fäkale Verunreinigung ist bereits hingewiesen worden.

Gegen die Verwendung der Eijkmannschen Probe sind jedoch von vielen Seiten Einwände erhoben worden. So hält es Fromme (1910) nicht für angezeigt, die Züchtung der Colibakterien bei 37 ° zugunsten der bei 46 ° zu verlassen. Die Gasbildung bei 37 ° ist zwar nicht beweisend für Colibakterien, da es viele andere Bakterien gibt, welche die gleichen Eigenschaften haben; sie müssen also weiter differenziert werden. Bei der Eijkmannschen Probe aber wird das Wachstum oft so geschädigt, daß die Colibakterien nicht immer zur Gasbildung kommen. Nur bei sehr starker Verunreinigung des Wassers tut sie gute Dienste, da durch diese Temperatur besonders die Begleitbakterien abgetötet und vom Nachweis ausgeschlossen werden. Mallanah kritisiert die Methode, weil es noch viele andere auch bei 46 ° gasbildende Bakterien gibt, so z. B. bac. paratyphi und bac. faecalis alcaligenes

(Sachse 1916). Die Spezifität der Eijkmannschen Probe für Coli kann nach Sachse zwar nicht als eine absolute gelten, doch da es meist auch Darmbakterien sind, die durch diese Probe erfaßt werden, hat sie für die Wasseruntersuchung doch die Bedeutung, die Eijkmann ihr selbst zugeschrieben hat. Salus und Hirn (1923) erklärten den Wert des negativen Ausfalls der Probe für geringer als den des positiven. Eine positive Probe bei Abwesenheit von Coli ist sehr selten; die Probe kann aber negativ sein, obgleich Colibazillen vorhanden sind; die Autoren bewiesen nämlich durch Versuche, daß die Colibakterien nach wochenlangem Aufenthalt im Wasser an Gärungs- und Wachstumsvermögen besonders bei 46 ° einbüßen. Aus menschlichen Fäces gewonnene Stämme zeigten nach Barth (1930) nur in einem Drittel der Fälle Gasbildung bei 46 °. Zunächst wird nach seiner Meinung bei dieser Temperatur das Gasbildungsvermögen geschädigt, später erst werden die Keime selbst vernichtet. Daher lehnt Barth die Eijkmannsche Probe ab, bzw. sieht nur das positive Ergebnis als beweisend an.

Günstigere Ergebnisse konnte Minkewitsch (1932) erheben, allerdings mit der Bulirschen Methode. Diese Modifikation der Eijkmannschen Probe besteht darin, daß statt Glukose Mannit mit Neutralrot als Indikator verwandt wird. Diese Methode ist empfindlicher, da Mannit nicht weiter reduziert werden kann, Glukose dagegen noch zu Sorbit, sodaß ein Teil der Reduktionsfähigkeit dazu schon verbraucht wird. Mittels der Bulirprobe wird gleichzeitig nachgewiesen:

1. Die Fähigkeit, bei 46 ° zu wachsen,
2. die Fähigkeit, bei 46 ° aus Mannit Säure und Gas zu bilden,
3. die Fähigkeit, Neutralrot zu reduzieren.

Die Unterdrückung der Gasbildung, die also nach vielen Autoren wie Ohlmüller und Spitta, Gottschlich und Klut den Wert des negativen Ausfalls der Eijkmannschen Probe beeinträchtigt, ist dadurch bedingt, daß die Colibazillen schon sehr lange im Wasser leben, also nicht als ein Zeichen gefährlicher Verunreinigung anzusehen sind. Allerdings scheint diese Auffassung nicht ganz richtig zu sein; denn auch bei frisch aus den Fäces gezüchteten Stämmen wird diese Eigenschaft vermißt, während andererseits Colibazillen trotz wochenlangen Aufenthalts in Wasser das Gärungsvermögen bei 46 ° noch besitzen (Singer). Die Ergebnisse der Eijkmannschen Probe sind nach Winslow, Phelps und Houston im Winter gut, im Sommer zeigen sie dagegen häufiger Fehler. Groetschel (1924) erklärt den negativen Ausfall der Eijkmannschen Probe bei reichlichem Vorkommen von Colibakterien in Wasser durch starken N_2O_5-Gehalt

der Gewässer. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß trotz dieser Meinungsverschiedenheiten die Gärfähigkeit bei 46 ° für die Beurteilung vor allem dann von Wert ist, wenn auch andere Methoden bei der Wasseruntersuchung benutzt werden.

Ein weiterer wichtiger Anhaltspunkt für die Diagnose der Colibazillen ist deren Eigenschaft, Indol zu bilden (Escherich, Schardinger 1894). Aber auch diese Indolbildung wird nicht allgemein anerkannt. Wie aus der Kritik von Blumenberg (1922) hervorgeht, hat der Indolnachweis den Nachteil, daß nicht alle Colibazillen Indol bilden, andererseits der Indolnachweis bei vielen anderen im Wasser lebenden Bakterien, die nicht zur Coligruppe gehören, gelingt. So fand Barth (1930) bei einem Drittel seiner aus Warmblütern gewonnenen Colibazillen keine Indolbildung. Besonders häufig konnte Singer (1929) aus dem Darm von Typhus- und Paratyphuskranken indolnegative Stämme züchten. Zum Teil mögen diese schlechten Ergebnisse der Indolprobe auf nicht exaktes Arbeiten und auf zu altes Ehrlichs Reagenz zurückzuführen sein (Neißer 1928). Als Indikator wurde bei der Indolprobe u. a. auch Beyer-Salkowskisches Reagenz genommen. Nach Frieber (1921) wird hierdurch Indolessigsäure nachgewiesen, die auch von „indolnegativen" Bakterien, wie Paratyphus B, Dysenterie, Diphtherie und Proteus gebildet werden kann. Deshalb ist dieses Reagenz für die Indolprobe als nicht spezifisch genug zu verwerfen, da es streng genommen kein Indol, sondern Indolessigsäure nachweist. Von den meisten Autoren wird der Ehrlichschen Reaktion den Vorzug gegeben. Der Chemismus der Indolreaktion, über den noch keine restlose Klarheit besteht, ist von Staberow eingehend besprochen. Frieber (1921) mißt der echten Indolreaktion als Differenzierungsmerkmal der Colibazillen den gleichen Wert zu wie etwa der Eijkmannschen Probe. Sooft bei Wasserproben eine positive Indolprobe gefunden wurde, konnten auch Colibazillen nachgewiesen werden (Gersbach 1922). Versuche von Salus und Hirn (1923) zeigten, daß Indolbildung schon bei einzelnen Colikeimen auftritt.

Die Abgrenzung der Colibazillen gegen die pathogenen Darmbakterien ist durch die serologischen Untersuchungsmethoden verhältnismäßig einfach. Schwerer ist es, Colibazillen gegen andere, apathogene, im Wasser lebende Bakterien abzugrenzen, die ähnliche Eigenschaften haben.

In den amerikanischen Standardmethoden sind zur Differenzierung der echten Colibazillen von den „nichtfäkalen" coliähnlichen Bakterien, nämlich bact. aerogenes, die Voges-Proskauer-Probe, die Methylrotprobe nach Clark und Kosers Harnsäure- und Zitratprobe angegeben. Die Voges-Proskauer-Probe besteht in der Bil-

dung einer eosinroten Farbe bei Zusatz von 10prozentiger NaOH zu einer mehrere Tage alten, colihaltigen Traubenzuckerbouillon. Diese Reaktion beruht auf der Bildung von Butylenglykol ($CH_3CHOH\text{-}CHOH\text{-}CH_3$) aus Traubenzucker. Hieraus entsteht bei alkalischer Reaktion und Zutritt von Sauerstoff Acetyl-Methylcarbinol ($CH_3\text{-}CO\text{-}CHOH\text{-}CH_3$) und weiter Diacetyl ($CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3$). Bei Gegenwart von Pepton gibt Diacetyl eine rosa Farbreaktion.

Bei der Methylrotprobe wird zu einer fünftägigen Colikultur in Glukosephosphat einige Tropfen einer Methylrotlösung gegeben. Rote Färbung tritt ein bei einem P_H unter 5,2. Diese saure Reaktion kann nach Clark (1915) nur von „fäkalen" Colibakterien gebildet werden, nicht von bact. aerogenes.

Das Wachstum auf Kosers Harnsäurenährboden, als einzige N-Quelle und auf Zitratnährboden als einzige C-Quelle, ist nach Koser (1923) nur bact. aerogenes möglich. Durch Pesch (1929) sind diese Proben vereinfacht. Er vereinigte die C- und N-Quelle in einem Nährboden, nämlich der Ammoniumzitratplatte. Den amerikanischen Test, der auf diesen drei Methoden beruht, hält Singer für wertvoll, da durch jede Probe eine andere Stoffwechseleigenschaft der Bakterien berücksichtigt wird. Da durch die Bulirprobe bei 46° diese zitratassimilierenden „nichtfäkalen" Bakterien der Coligruppe vom Nachweis ausgeschlossen werden, sind jedoch diese Proben nicht notwendig (Minkewitsch 1930).

Wenn sich aus vorstehender Übersicht ergibt, daß Colibakterien von der Aerogenesgruppe mit Sicherheit abzugrenzen sind, so ist die Frage noch offen, ob Kalt- und Warmblütercoli grundsätzlich verschieden sind, ob also prinzipiell nur der Warmblüterdarm als Standort der Colibazillen anzusehen ist.

Kruse und Weißenfeld behaupten ursprünglich, daß die Colibazillen so allgemein in der Natur verbreitet wären, daß der positive Befund im Wasser nicht für eine fäkale Verunreinigung beweisend sei. Kruse schreibt 1894: „Das B. coli ist in keiner Weise charakteristisch für die Fäces von Mensch und Tieren. Solche Bakterien finden sich überall, in der Luft, im Boden, im Wasser allerverschiedensten Ursprungs." Freudenreich (1895) fand im Wasser auch immer Colibakterien, wenn er nur eine genügend große Menge Wasser untersuchte. Nur die „sehr guten" Wässer waren frei. Die meisten Autoren lehnen jedoch eine Ubiquität der Colibakterien ab. Wie Untersuchungen von Konrich (1910) und Singer (1929) ergeben haben, fanden sich zwar bei Bodenproben Colibakterien, doch werden die Bak-

terienzahlen geringer mit der Entfernung des Entnahmeortes von Verkehr und Kultur. So fand Singer bei 32 Bodenproben, die oberhalb der Baumgrenze entnommen waren, nur einmal echte Colibakterien und zweimal bact. aerogenes. Bei intensiv bebauten Feldern konnte er viel häufiger echte Colibakterien und noch häufiger bact. aerogenes nachweisen. Das rechtfertigte den Schluß, daß diese Mikroben zwar weit verbreitet sind, daß aber von einer Ubiquität keine Rede sein kann. Nur dort sind Colibakterien zu finden, wo die Wahrscheinlichkeit einer fäkalen Verunreinigung groß ist. Fromme (1910) erklärt die widersprechenden Ansichten über die Ubiquität einerseits und die ausschließlich intestinale Herkunft der Colibakterien andererseits durch die Unklarheit der Begriffsbestimmung und durch die Verschiedenheit der Untersuchungsmethoden.

Zunächst erschien durch die amerikanischen Teste eine Klärung der Frage der Ubiquität möglich zu sein. Die amerikanischen Forscher teilten die Bakterien der Coligruppe in typische coli Esch. als fäkale Coli, und Aerogenes, als „nichtfäkale" Bakterien der Coligruppe. Ein Befund dieser Bakterien im Wasser zeigt nach den amerikanischen Standardmethoden keine fäkale Verunreinigung an. Die Befunde von 35 amerikanischen Autoren hat Levine zusammengefaßt und festgestellt, daß von Bakterien der Coli- und Aerogenesgruppe in menschlichen Fäces 95 Prozent Coli und 5 Prozent Aerogenes, in der Außenwelt dagegen 87 Prozent Aerogenes und 13 Prozent Coli sind. Der Befund von Bakterium aerogenes im Wasser kann somit nicht als Zeichen fäkaler Verunreinigung angesehen werden. Bardsley (1934) fand jedoch die sogenannten „nicht fäkalen" Aerogenesbakterien auch in den Fäces von Menschen, doch werden sie meist von den echten Coli überwuchert. In der Natur sterben die Colibakterien relativ schnell ab, während sich die B. aerogenes sogar vermehren können. Minkewitsch nimmt schon 1930 an, daß das B. coli commune durch die Umwelteinflüsse so verändert werden könne, daß es schließlich auch auf Zitratnährböden wachsen könne. Deshalb versuchte er zitratnegative echte coli commune in zitratassimilierende Bakterien zu verwandeln. Dieses gelang ihm auch (1936), wenn er Colibakterien 2 bis 3 Wochen auf Simmons-Zitratnährböden züchtete. Durch diese Versuche glaubt M. bewiesen zu haben, daß die bisher als „nichtfäkal" angesehenen B. aerogenes wahrscheinlich als ein Evolutionsprodukt des fäkalen B. coli anzusehen ist. Der Nachweis dieser Bakterien im Wasser zeugt nach Bardsley, Ceruti (1935) und Minkewitsch von einer nicht mehr frischen Verunreinigung, die in epidemiologischer Beziehung nicht mehr aktuell ist, da die pathogenen Darmbakterien in der Regel

dann schon zu Grunde gegangen sind. Eine Umwandlung von coli commune in zitratassimilierende Coliarten dauert nach M. ungefähr 6 Monate. Auch Vagedes (1930) glaubt, daß B. aerogenes nur eine andere biologische Ausdrucksform des B. coli sei.

Die Frage, ob im Darm von Amphibien, Reptilien, Fischen und Insekten, also Kaltblütern, auch Colibakterien vorkommen, und ob sie sich von Warmblütercoli unterscheiden lassen, hat schon zu vielen Untersuchungen Veranlassung gegeben. So konnte Eyre (1904) bei Seefischen, die 2 Meilen vom Land in 8 m Tiefe gefangen wurden, Coli nachweisen. Dagegen fand Houston (1903) bei Fischen und Seekrebsen nur selten typisches coli. Bei Ausschluß von Wasserverunreinigung sollen keine Colibazillen im Fischdarm vorhanden sein. Mallanah isolierte aus Hechten, Goldfischen, Sturen und Schleien „coliähnliche" Stäbchen, die bei 23 ° und 37 °, nie bei 46 °, Glukose vergären. Eine weitere Differenzierung dieser „coliähnlichen" Stäbchen ist anscheinend nicht gemacht worden. Auch Fromme fand nur ausnahmsweise in Flohkrebsen (gammarus pulex) und Wasserasseln (assellus aquaticus) Colibakterien, die bei 37 ° aus Glukose Gas bildeten. Außerdem konnte er Colibakterien züchten, die bei 46 ° Gas bildeten. Die Eijkmannsche Probe ist nach ihm nicht zur Differentialdiagnose zwischen Warm- und Kaltblütercoli geeignet, wie es von Thomann angenommen wird. Fischer (zit. nach Bürger 1927) fand in einer Mückenlarve viele Colibazillen, die sehr viel „Ähnlichkeit" mit menschlichen Coli hatten. Leider ist diese Ähnlichkeit nicht näher beschrieben. Salus und Hirn (1923) untersuchten den Darminhalt von Karpfen, Laubfröschen, Fröschen und Salamandern, fanden aber selten Colibazillen, sodaß sie diese Bakterien nicht für obligate Darmbewohner der Kaltblüter halten. Die bei 37 ° gezüchteten Colistämme stimmten mit Ausnahme der Gasbildung bei 46 ° auch mit den menschlichen Coli überein. Nur einmal fanden sie bei einem Salamander echte Warmblütercoli, die auch bei 46 ° Gasbildung zeigten. Bei Eidechsen, Nattern, Fröschen und Fischen fand Stutzer (1926) selten Coli, häufiger „Paracoli", die laktosedefektiv und indolnegativ waren, außerdem noch B. aerogenes. Schroeder (1928) untersuchte See- und Süßwasserfische auf Coli. Zur Differenzierung wählte er Chinablauagar, Glukosevergärung und die „bunte Reihe". Er fand nur spärliche Anzahl der Darmbakterien. Die Eijkmannsche Probe war immer negativ. Sowohl bei See- als auch bei Süßwasserfischen fand er coliähnliche Bakterien, die selten Milchzucker spalteten, sonst jedoch eine positive „bunte Reihe" ergaben. Barth untersuchte den Darminhalt von Fliegen, Mücken und Fischen auf Coli. Er züchtete aber nur solche Bakterien weiter, die

1. auf der Endoplatte mit Fuchsinglanz wuchsen,
2. deutlich beweglich waren,
3. die Lackmusmolke trübten und
4. in Glukose Gas bildeten.

Bei den Fröschen fand er häufig Coli, bei den Fischen seltener, dort dagegen oft „atypische" Coli, wie auch bei den Stechmücken. Diese Colibakterien zeigten nie Wachstum bei 46 °. Wenn Gasbildner bei 46 ° im Wasser gefunden werden, stammen sie nach B. mit der größten Wahrscheinlichkeit aus dem Darm von Warmblütern.

In den letzten Jahren hat sich Minkewitsch eingehend mit der Colifrage beschäftigt. Er hat ausgedehnte Untersuchungen über die Darmbakterienflora bei Kaltblütern unternommen. Bei Fischen fand er neben gelatineverflüssigenden Bakterien, die bei weitem in der Mehrzahl vorkommen, auch Colibakterien. Er teilt sie ein in die gewöhnlichen laktosespaltenden Coli, die oft indolnegativ sind und die laktosedefektiven „Paracoli", die entweder Indol bilden oder nicht. Außerdem züchtete er noch einige Bakterienarten, die aus Glukose kein Gas, wohl dagegen z. T. Säure bildeten. Sie griffen weder Laktose noch Mannit an und ließen Lackmusmolke unverändert. Aus Fischen, die aus verunreinigten Wässern stammten, konnte Minkewitsch manchmal mittels der Bulirprobe bei 46 ° echte Coli nachweisen. Bei Untersuchung der Mückenlarven fand er nur in 2 Prozent Bakterien der Coli-Aerogenes-Gruppe. Sie gaben immer eine negative Bulirprobe und konnten auf Zitratnährböden wachsen. Die meisten Bakterien der Mücken verflüssigten Gelatine.

Obwohl Fliegen doch oft mit menschlichen Fäces in Berührung kommen, wuchsen sehr selten echte Warmblütercoli, da die Fliegen anscheinend in ihrem Darm keine guten Lebensbedingungen für diese Warmblütermikroben haben. Häufiger fand Minkewitsch B. aerogenes und Coli citrovorum (Koser) (V.P.+, M.R.—, Wachstum auf Zitratnährböden). Nach amerikanischen Testen müßten diese Kaltblütercoli also den Bodenbakterien zugerechnet werden. Minkewitsch (1930) meint jedoch, daß sie aus dem Darm von Kaltblütern stammen, denn gerade in Gegenden mit üppiger Vegetation, wo reichlich Insekten vorkommen, werden diese Mikroben häufig gefunden. 1936 erklärt er die zitratassimilierenden Bakterien der Coli-Aerogenes-Gruppe als Evolutionsprodukt der Warmblütercoli.

Am Schluß der Literaturübersicht sollen noch einmal kurz die Ergebnisse der verschiedenen Untersucher verglichen werden. Die Abgrenzungsmethoden, auf die sich die in der Literatur angegebenen Versuche stützen, sind derartig vielgestaltig, daß sie nur

einen begrenzten Vergleich der einzelnen Ergebnisse zulassen. Nicht immer ist mit allen diagnostischen Mitteln versucht worden, ob die als B. coli bezeichneten Mikroben auch alle morphologischen und biologischen Eigenschaften des typischen B. coli commune hatten. Sehr häufig wurde nur von „typischen" coli geschrieben, ohne Angaben, was die einzelnen Autoren unter den typischen Merkmalen verstanden. Darüber besteht jedoch eine einstimmige Meinung, daß von einer Ubiquität der Colibazillen nicht die Rede sein kann. Wohl können auch bei Kaltblütern, wenn auch weniger reichlich und weniger konstant als bei Warmblütern, Colibazillen vorkommen, die sich von Warmblütercoli durch die fehlende Gasbildung bei 46 ° unterscheiden. Häufiger kommen dort allerdings zitratassimilierende Bakterien der Coli-Aerogenes-Gruppe vor, die bei Warmblütern nur selten gefunden werden, da sie bei den gebräuchlichen Untersuchungsmethoden von den echten Coli überwuchert werden.

Eigene Untersuchungen.

Da noch viele Unklarheiten über die Trennungsmöglichkeiten von Warm- und Kaltblütercolibazillen bestehen, erschien es von Interesse, das kulturelle Verhalten von Kaltblütercoli unter weitgehender Berücksichtigung aller Differenzierungsmethoden erneut zu prüfen. Zur Untersuchung gelangte der Darminhalt von Fröschen, Fischen und Insekten. Die dort gefundenen „Colibazillen" wurden einer eingehenden Differenzierung unterworfen.

Bei den Fröschen und Fischen wurde zunächst der Enddarm präpariert und von der Bauchhöhle aus eröffnet. Mit dem steril entnommenen Darminhalt wurden drei Traubenzuckerbouillon-Röhrchen beimpft, von denen je eins bei 22 °, 37 ° und 46 ° bebrütet wurde. Nach 24 Stunden wurde diese Bouillon auf Endoplatten ausgestrichen und wieder bei der entsprechenden Temperatur bebrütet. Aus der bei 46 ° bebrüteten Bouillon wurde auch gleichzeitig eine Endoplatte angelegt, die bei 37 ° bebrütet wurde. Auf den Endoplatten bei 22 ° und 37 ° waren rote Kolonien mit Fuchsinglanz, rote Kolonien mit Fuchsinglanz und einem weißen Hof, rote Kolonien ohne Fuchsinglanz und weiße Kolonien gewachsen. Je eine dieser Kolonien wurde auf Fleischwasseragarschrägröhrchen verimpft, um reine Stämme zu bekommen. Von den so isolierten Stämmen wurde zunächst ihr Verhalten zur Gelatine geprüft. So konnten bei 22 ° nur gelatineverflüssigende Bakterien gezüchtet werden, die deshalb nicht der Coligruppe zugerechnet werden dürfen, wenngleich sie auf der Endoplatte mit

Fuchsinglanz gewachsen waren. Diese, bei einer Beobachtung bis zu 14 Tagen, die Gelatine verflüssigenden Bakterien sind nicht weiter untersucht worden. Dazu gehörten auch die meisten der bei 37 ° gezüchteten Stämme.

Die aus den Fischen gewonnenen — gelatine negativen — Stämme stammten aus einer Grünschleie, einem Steingreßling oder Gründling und aus Stichlingen. Aus mehreren Rotaugen aus dem Rhein und aus Moorkarpfen konnten nur gelatineverflüssigende Keime gezüchtet werden.

Da die Frosch- und Fischcoli in ihrem Verhalten sich weitgehend glichen, werden sie infolgedessen zusammen besprochen. Von sechs Fröschen konnten nur vier gelatinenegative Stämme gewonnen werden, von denen zwei Stämme rote Kolonien mit Fuchsinglanz und zwei andere weiße Kolonien gebildet hatten. Auch aus Fischen konnten die gleichen Kolonietypen gezüchtet werden. Die Colibazillen, die auf der Endoplatte Fuchsinglanz gebildet hatten, zeigten alle auf Zitratnährböden Wachstum (siehe Tabelle I, Stamm II, III, V, VI, X, XI, XII). Da bei ihnen die Voges-Proskauer-Probe negativ und die Methylrotprobe positiv war, sind sie dem Intermediate-Typ-Koser zuzurechnen, also keine echten Colibazillen, obwohl sie sich gegen die Zuckerarten wie typische Coli verhalten.

Die Stämme, die auf der Endoplatte weiße bzw. rote Kolonien ohne Fuchsinglanz gebildet hatten (Tabelle I, Stamm I, IV, VII, VIII, IX, XIII, XIV) röteten in den meisten Fällen Laktosebarsiekowlösung noch nicht nach acht Tagen, brachten auch Milch nicht zur Gerinnung, und wuchsen nicht auf Zitratnährboden. Wahrscheinlich sind sie identisch mit den von Stutzer und Minkewitsch beschriebenen „Paracoli". Da „Paracoli" nach den Untersuchungen von Staberow nur als Varianten des echten Coli aufgefaßt werden, die auch häufig im menschlichen Darm vorkommen, stehen diese Keime den echten Coli also wesentlich näher als die oben erwähnten rotwachsenden. Diese Annahme ist in Übereinstimmung mit den Versuchen von Minning umso wahrscheinlicher, da auch diese Stämme durch Züchtung in Laktose dazu gebracht werden konnten, auf der Endoplatte rote Kolonien zu bilden. Im übrigen ist das kulturelle Verhalten der Frosch- und Fischcoli aus Tabelle I zu ersehen.

Alle aus den Fröschen und Fischen bei 37 ° gewachsenen Colibazillen wurden geprüft, ob sie in der Lage waren, bei 46 ° aus Glukose Gas zu bilden. Nur drei Colistämme aus Fischen hatten diese Fähigkeit.

Die bei 46 ° bebrüteten Traubenzuckerbouillon zeigte mehrere Male auch starke Trübung; die bei der entsprechenden Temperatur

Tabelle I

Kulturelles Verhalten der Fisch- u. Froschcoli

Standort	Frösche				Fische										
Stamm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Endoplatte	−	+++	++	−	+++	+++	+	−	−	++	+++	+++	+	−	−
Vog. Prosk.	−	−	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Methylrotpr.	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NH_4-Zitrat	−	+	+	−	+	+	−	−	−	+	+	+	−	−	−
Indol	+	+	+	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−
Glukoseschüttel	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+
Glukosebarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−
Laktosebarsiekow	−	+	+	−	+	+	+	−	−	+	+	+	−	−	−
Saccharosebarsiekow	−	−	−	−	+	+	−	+	−	−	−	+	−+	−+	−
Maltosebarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−
Lävulosebarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−+	−+	−
Galaktosebarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−
Arabinosebarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	−	−
Rhamnosebarsiekow	+	+	+	−+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−
Raffinosebarsiekow	+	−+	−+	−	−	+	+	−	−	−	−	+	−	−	−
Mannitbarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	−	+	+
Dulzitbarsiekow	+	+	+	−	+	+	−	−+	−	−	−	−	−	−	−
Adonitbarsiekow	+	−	−	−	−	−	−	−+	−	−	−	−	−	−	−
Sorbitbarsiekow	+	+	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	−	−
Salicinbarsiekow	+	+	−	−	−	−	−+	+	−	−	−+	−	−	−+	−
Glyzerinbarsiekow	+	+	+	−+	+	−+	−+	−	−	−+	−	+	−	−+	−
Xylose	+	+	+	−	+	+	+	+	−	+	+	+	−	−	−
Milch	−	+	+	−	+	+	+	−	−	+	+	+	+	−	+
Lackmusmolke	−	+	+	−	+	+	+	+	−+	+	+	+	+	−+	−
H_2S-Bildung	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	−
Gasbildung bei 46°	−	−	−	−	−	+	+	−	−	+	−	−	−	−	−

Zeichenerklärung: +++ = rote Kol. mit Fuchsinglanz. ++ = rote Kol. mit Fuchsinglanz u. weißem Hof.
+ = rote Kol. ohne Fuchsinglanz. − = weiße Kol. −+ = verspätet pos.

angelegten Endoplatten zeigten jedoch kein Wachstum. Dagegen konnte auf der Endoplatte bei 37°, die außerdem noch angelegt wurde, einmal ein Bakterienstamm gezüchtet werden, der in kleinen weißen Kolonien gewachsen war. Obgleich es gramnegative, bewegliche Stäbchen waren, die Gelatine nicht verflüssigten und bei 37° Traubenzucker vergärten, stellen sie eine Ausnahme dar, die schlecht in die Coligruppe eingeordnet werden kann, da sie sonst kaum eine andere Zuckerart angriffen und auch kein Indol bildeten (siehe Tabelle I, Stamm XV).

Außer Fröschen und Fischen wurden auch noch Insekten, wie Larven und Puppen von Mücken (aides nemosores), ausgeschlüpfte Mücken, Schlammfliegen, Wasserasseln (assellus aquaticus), Wasserflöhe (daphnia pulex) und Muscheltiere auf Colibazillen untersucht. Diese Insekten stammen aus dem Kottenforst, einem Walde ungefähr 10 km von Bonn. Eine fäkale Verunreinigung der Gewässer dort war kurz vor der Zeit der Entnahme der Insekten unwahrscheinlich. Die Insekten wurden zunächst in aqua dest. abgespült. Dann wurden etwa viermal je 2 bis 3 Stück auf einem sterilen Uhrglas verrieben, sodaß ungefähr von jeder Art 8 bis 10 Stück untersucht wurden. Mit diesem Material wurden Traubenzuckerbouillonröhrchen beimpft, die bei 37° und 22° bebrütet wurden. Nach 24 Stunden kamen diese Kulturen auf Endoplatten. Es waren rote Kolonien mit Fuchsinglanz und weiße Kolonien gewachsen. Je eine dieser Kolonien wurde auf Fleischwasseragar-Schrägröhrchen gebracht, um reine Stämme zu gewinnen. Alle bei 22° gezüchteten Stämme verflüssigten Gelatine, z. T. allerdings erst nach einer Woche. Keiner der bei 37° gewachsenen Stämme hatte diese Fähigkeit. Da sie auch alle gramnegative Stäbchen waren, sind sie weiter auf ihr Verhalten gegen die verschiedenen Zuckerarten geprüft worden. Auf diese Weise gelangten 34 Stämme zur Untersuchung.

Wie aus Tabelle II zu ersehen ist, verhielten sich diese Colistämme viel einheitlicher als die aus Fröschen und Fischen gezüchteten Stämme. Es besteht weder ein prinzipieller Unterschied zwischen den Stämmen, die aus verschiedenen Insekten gezüchtet wurden, noch zwischen den auf der Endoplatte rot bzw. weiß wachsenden Kolonien. Gegen die amerikanischen Teste verhalten sie sich wie Warmblütercoli (M.R.+, V.P.—, kein Wachstum auf Zitratnährböden). Dieser Befund steht im Gegensatz zu dem von Minkewitsch, der aus Insekten in der Mehrzahl B. aerogenes züchtete, die sich gerade durch die amerikanischen Teste differenzieren lassen.

Aus Glukose und Galaktose bilden alle Stämme nur Säure, kein Gas, auch eine Wiederholung des Versuchs zeigte dieselben Er-

gebnisse. Die Gasbildung aus den anderen Zuckerarten wurde nicht geprüft. Es scheint also, als ob die Colibakterien der Insekten die Zucker nur bis zur Säurung zu zerlegen vermögen. Von den Zuckern und Alkoholen wurden Glukose, Lävulose, Arabinose, Maltose, Raffinose, Mannit, Sorbit, außerdem Glyzerin und Salicin immer nach 24 Stunden gespalten. Laktose, Saccharose, Galaktose und Xylose zeigte in den meisten Fällen auch Säurung, allerdings erst nach 3 bis 10 Tagen. Das Verhalten gegen Rhamnose war nicht einheitlich. Je 4 Stämme aus Mückenlarven und Wasserasseln vermochten diese Pentose nicht zu spalten, während alle anderen dieses schon nach 24 Stunden konnten. Alle Stämme, mit Ausnahme der aus den Mückenlarven, brachten die Milch nach 5 bis 8 Tagen zur Gerinnung. Die Lackmusmolke wurde von allen Colibakterien erst nach 4 bis 5 Tagen gerötet. Aus Trypsinpepton wurde niemals Indol gebildet. (Es wurde Ehrlichs Reagenz als Indikator verwendet.) Bleiacetatagarstich zeigte immer Schwärzung.

Zusammenfassung.

Die Versuche zeigten, daß auch im Darm von Fischen, Fröschen und Insekten Bakterien der Coligruppe vorkommen, wenn auch die gelatineverflüssigenden Bakterien überwiegen. Man muß natürlich daran denken, daß diese Colibazillen von den Kaltblütern mit der Nahrung aufgenommen werden, ursprünglich also aus dem Warmblüterdarm stammen. Das ist jedoch unwahrscheinlich; denn wenn der Kaltblüterdarm nur ein vorübergehender Aufenthaltsort für Colibazillen wäre, so würden sie dort nicht mit solcher Regelmäßigkeit vorkommen. Auch zeigen die Colibazillen der Kaltblüter gewisse Unterschiede gegenüber den Warmblütercoli.

Bei Fröschen und Fischen fanden sich nur fermentschwache Coli, d. h., auf der Endoplatte weiß oder rot ohne Fuchsinglanz wachsende Stämme, während die rot mit Fuchsinglanz wachsenden Kolonien durch ihre Zitratassimilation als nicht zum Genus Esch. gehörig auszuschließen sind. Nur wenige dieser fermentschwachen Coli konnten bei 46 ° aus Glukose Gas bilden, während Insektencoli dieses nie konnte. Bei Insekten fanden sich auch auf der Endoplatte mit Fuchsinglanz wachsende Bakterien, die sich auch gegen die amerikanischen Teste wie echte Coli verhielten. Sie bilden jedoch nie Indol und nie Gas, zeigen also auch konstante Unterschiede gegenüber vollwertigen Colibazillen.

Der Nachweis von vollwertigen Colibazillen mit allen typischen Eigenschaften, wie Bildung von Fuchsinglanz auf der Endoplatte,

sserasseln					Mücken		Muschel-tiere		Wasser-flöhe		
IV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	
	weiß				rot	weiß	rot	weiß	rot	weiß	
−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	
−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	
−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	− +	− +	− +	− +	+	+	+	+	+	+	− + = pos n. 3 Tg.
+	− +	− +	− +	− +	− +	+	− +	− +	− +	+	− + = pos. n. 4—10 Tg.
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	− +	− +	− +	+	+	+	+	+	+	n. 48 Std. pos.
-	+	+	− +	+	+	+	+	+	+	+	
-	+	−	−	+	+	+	+	+	+	+	
-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	− +	+	− +	− +	− +	+	+	− +	+	+	− + = n. 4—10 Tg. pos.
·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
·	+	− +	+	− +	+	+	+	+	+	+	− + = n. 48 Std. pos.
·	−	− +	−	−	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− + = n. 4—8 Tg. pos.
+	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− +	
+	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− +	
·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	

Tabelle II

Kulturelles Verhalten der Insektencoli

Schlammfliegen				Mückenpuppen										
IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	X
rot		weiß		rot				weiß				rot		
−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	
−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	
−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	−+	+	+	−+	−+	−+	+	−+	+	−+	+	−+	−+	−
+	−+	+	+	+	−+	−+	−+	+	+	+	+	+	−+	−
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	−+	+	+	+	−+	+	+	+	−+	−+	−+	+	−+	−
+	−+	+	−+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
−+	−+	−	−+	−+	−+	−+	−+	−+	+	+	+	+	−+	−
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	+	+	+	−+	+	+	+	−+	+	+	
−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−	−+	−
−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−	−	−+	−+	−+	−+	−
−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	

Insektenart	Mückenlarven							
Stamm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Endoplatte	rot				weiß			
Vog. Prosk.	−	−	−	−	−	−	−	−
Methylrotpr.	+	+	+	+	+	+	+	+
NH_4-Zitrat	−	−	−	−	−	−	−	−
Indol	−	−	−	−	−	−	−	−
Glukoseschüttel	−	−	−	−	−	−	−	−
Glukosebarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+
Laktosebarsiekow	−+	−+	−+	+	+	−+	+	+
Saccharosebarsiekow	−+	−+	−	−+	−+	−+	−+	+
Maltosebarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+
Lävulosebarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+
Galaktosebarsiekow	+	−+	+	−+	+	−+	−+	+
Arabinosebarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+
Rhamnosebarsiekow	+	−	−	+	+	−	−	+
Raffinosebarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+
Mannitbarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+
Dulzitbarsiekow	−+	−	−+	−+	−+	−+	−+	−+
Adonitbarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+
Sorbitbarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+
Salicinbarsiekow	+	+	+	+	+	+	+	+
Glyzerinbarsiekow	−+	+	+	+	+	+	+	+
Xylose	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+
Milch	−	−	−	−	−	−	−	−
Lackmusmolke	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+	−+
H_2S-Bildung	+	+	+	+	+	+	+	+
Gasbildung bei 46°	−	−	−	−	−	−	−	−

Indol- und Gasbildung, positive Eijkmannsche Probe ist also der sichere Beweis für eine fäkale Verunreinigung. Wir wissen allerdings auch, daß bei Menschen, in erhöhtem Maße sogar bei Kranken, fermentschwache Coli vorkommen können, der Nachweis derartiger Colibazillen schließt also die Herkunft aus dem Warmblüterdarm nicht aus, beweist sie aber auch nicht. Es ist aber anzunehmen, daß bei Warmblütern fermentschwache Colibazillen immer gleichzeitig mit vollwertigen vorkommen, deren Nachweis dann ein genügend sicheres Zeichen für die fäkale Verunreinigung ist.

Schlußsätze.

1. Es wurde an Hand der Literaturangaben festgestellt, daß die Colibazillen zwar eine einheitliche Bakterienart sind, die jedoch stark zu Variationsbildung neigen.
2. Von einer Ubiquität der Colibazillen im weitesten Sinne des Wortes, d. h. einem natürlichen Vorkommen in der Umwelt, kann keine Rede sein.
3. Auch bei Kaltblütern kommen Colibakterien vor, wenn auch die gelatineverflüssigenden Bakterien überwiegen.
4. Die eigenen Versuche haben gezeigt, daß gewisse Übergänge zwischen Warm- und Kaltblütercoli bestehen. Die Kaltblütercoli zeichnen sich jedoch durch ihre Fermentschwäche und geringere Temperaturtoleranz aus, sodaß praktisch der Nachweis vollwertiger Colibazillen im Wasser auch mit Sicherheit für eine fäkale Verunreinigung mit Warmblütercoli spricht.

Lebenslauf.

Ich, H a n n a F a h l e, Tochter der Eheleute Fritz Fahle und Elisabeth geb. Teipel, wurde geboren am 15. Mai 1913 in Rüthen i. W. Vom 6. bis 13. Lebensjahr besuchte ich die Volksschule in Rüthen und anschließend dortselbst die Deutsche Oberschule in Aufbauform, wo ich am 13. Februar 1932 das Reifezeugnis erhielt. Während meiner vorklinischen Semester war ich in Münster. Dort bestand ich im August 1934 meine ärztliche Vorprüfung. Meine klinischen Semester verbrachte ich in Münster und Bonn. Hier bestand ich am 22. Dezember 1937 mein ärztliches Staatsexamen. Während meines praktischen Jahres war ich zunächst zwei Monate am Hygienischen Institut der Universität Bonn und seit dem 1. März 1938 an der Medizinischen Universitätsklinik in Bonn tätig.

Literaturverzeichnis.

Bardsley: Zbl. f. Bakt. Ref. 116/1934, S. 281.

Barth: Über Nachweis und Bewertung des B. coli im Trinkwasser. Zbl. f. Bakt. 1. Orig. 115/1930.

Blumenberg: Über den Indoltiter nach Gersbach zur Begutachtung von Wasserproben. Zbl. f. Bakt. 1. Orig. 107/1928.

Bürger: B. coli im Wasser. Gesdh. ing. 1927.

Ceruti: Zbl. f. Bakt. Ref. 119/1935.

Christian: Über den Nachweis fäkaler Verunreinigung im Trinkwasser. Arch. f. Hyg. 54/1905.

Clark und Lubs: J. inf. Dis. 17/1915.

Eijkmann: Die Gärungsprobe bei 46° als Hilfsmittel bei der Trinkwasseruntersuchung. Zbl. f. Bakt. 1. Orig. 37/1904.

Escherich: Die Darmbakterien des Säuglings. Stuttgart 1886.

Freudenreich: Über den Nachweis von B. coli im Wasser und dessen Bedeutung. Zbl. f. Bakt. 1. Orig. 18/1893.

Frieber: Beiträge zur Frage der Indolbildung und der Indolreaktion sowie zur Kenntnis des Verhaltens indolneg. Stämme. Zbl. f. Bakt. 1. Orig. 87/1921.

Fromme: Über die Beurteilung des Colibakterienbefundes im Trinkwasser nebst Bemerkungen über den Nachweis und das Vorkommen der Colibazillen. Zeitschr. f. Hyg. 65/1910.

Gersbach: Der Nachweis fäkaler Verunreinigung mittels der Indolprobe. Zbl. f. Bakt. 1. Orig. 88/1922.

Grijns: Zbl. f. Bakt. 1. Orig. 86/1921, S. 173.

Johnson und Levine: J. of Bakt. 1917/11, zit. nach Singer.

Johnson: J. inf. Dis. 1/1904, zit. nach Singer.

Gotschlich: Handbuch der hyg. Arbeitsmethoden, zit. nach Singer.

Groetschel: Negative Eijkmannsche Probe bei positivem Colibefund im Wasser. Zbl. f. Bakt. 92/1924.

Houston: 1903, zit. nach Fromme.

Kapeller: Über einen gelungenen Fall von Paratyphus-B Nachweis im Leitungswasser. Zbl. f. Bakt. 1. Orig. 96/1925.

Konrich: Klin. Jahrbuch 23/1910.

Koser: Zbl. f. Bakt. Ref. 96/1925, S. 227.

Klut: Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle, zit. nach Singer.

Kruse: Zur hyg. Beurteilung des Wassers. Zeitschr. f. Hyg. 17/1894.

Levine: zit. nach Singer.

Mallanah: zit. nach Singer.

Minkewitsch: Über Darmbakterien der Fische vom Standpunkt der hyg. Beurteilung von Trinkwasser. Zeitschr. f. Hyg. 109/1929.

— Die Grundtypen der Bakteriengruppe Coli-aerogenes und ihre Herkunft. Zeitschr. f. Hyg. 111/1930.

— Über Nachweis und Bewertung von B. coli im Trinkwasser. Zbl. f. Bakt. 1. Orig. 124/1932.

Minkewitsch u. Rabinowitsch: Beiträge zur Frage über die Herkunft und Bedeutung der zitratassimilierenden Abarten von B. coli. Zbl. f. Bakt. 137/1936.

Neumann: Der Nachweis des B. coli in der Außenwelt unter Zuhilfenahme der Eijkmannschen Probe. Arch. f. Hyg. 59/1906.
Neißer: Bemerkungen über die Arbeit von Blumenberg „Über den Indoltiter nach Gersbach zur Begutachtung von Wasserproben". Zbl. f. Bakt. 1. Orig. 109/1928.
Nißle: Die Colibakterien und ihre pathogene Bedeutung (Kolle-Wassermann, Handb. d. path. Mikroorganismen).
Ohlmüller und Spitta: Untersuchung zur Beurteilung des Wassers.
Pesch: zit. nach Staberow.
Pfaundler: Kolle-Wassermann, Bd. 2, zit. nach Singer.
Sachse: Untersuchungen über die Bedeutung des Colinachweises im Wasser und die Eijkmannsche Probe. Zeitschr. f. Hyg. 81/1916.
Salus und Hirn: Zum Nachweis fäkaler Verunreinigung. Zbl. f. Bakt. 1. Orig. 90/1923.
Schardinger: Beitrag zur hyg. Beurteilung des Trinkwassers. Zbl. Bakt. 16/1894.
Schroeder: Über das Vorkommen von B. coli im Fischdarm und die Bedeutung des Nachweises für die Beurteilung von Trink- und Abwässern. Diss. Kiel 1928.
Singer: Bakt. coli im Wasser. Zbl. f. Bakt. Ref. 95/1929.
Staberow: Über kulturelles Verhalten atypischer Colistämme. Diss. Bonn 1937.
Stutzer: Darmbakterien der Kaltblüter. Zbl. f. Bakt. 11. 1925/26.
Thomann: Zum Nachweis des Bakt. coli commune im Wasser vermittels der Eijkmannschen Probe. Hyg. Rundschau 17/1907.
Vagedes: Wie steht es um die Colifrage? Eine kritisch-experimentelle Studie. Gshts. ing. 55/1931.
Weißenfeld: Über die hyg. Beurteilung von Wasser. Zeitschr. f. Hyg. 35/1900.